

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-10211

(43) 公開日 平成 5 年 (1993) 1 月 19 日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

F 0 2 M 21/02

F 0 2 B 43/10

識別記号

庁内整理番号

H 7114-3G

B 7713-3G

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平3-162844  
(22) 出願日 平成 3 年 (1991) 7 月 3 日

(71) 出願人 000004695  
株式会社日本自動車部品総合研究所  
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地  
(71) 出願人 000003207  
トヨタ自動車株式会社  
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地  
(72) 発明者 関口 清則  
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会  
社日本自動車部品総合研究所内  
(72) 発明者 金原 賢治  
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会  
社日本自動車部品総合研究所内  
(74) 代理人 弁理士 青木 朗 (外 4 名)

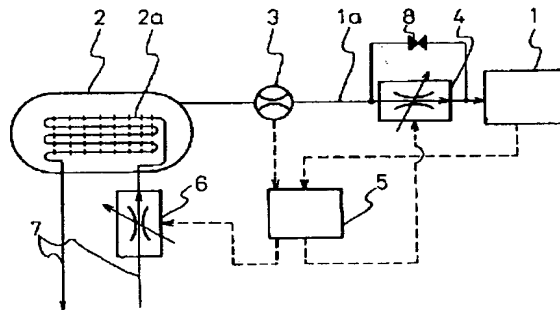
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水素エンジンの水素供給システム

(57) 【要約】

【目的】 金属水素化物タンクによる水素ガス発生の実答性良を向上させると共に、システムの構成を簡単にすること。

【構成】 金属水素化物を收容し、それを加熱又は冷却する熱交換器 2 a を有する金属水素化物タンク 2 と、タンク 2 内で発生する水素ガスを圧力制御装置を介することなく内燃機関 1 へ供給する水素ガス供給管路 1 a と、水素流量計 3 と、供給管路 1 a の途中に設けられた水素流量制御弁 4 と、熱交換器 2 a に接続される加熱・冷却水ライン 7 に挿入されている加熱・冷却水流量制御弁 6 と、金属水素化物タンク 2 内の圧力及び温度の変動を許容し、内燃機関 1 の運転状態と水素流量計 3 の検出値に応じて水素流量制御弁 4 及び加熱・冷却水流量制御弁 6 を開閉制御する制御装置 5 とを備えている水素エンジンの水素供給システム。



- 1 … 水素エンジン
- 2 … 金属水素化物タンク
- 3 … 水素流量計
- 4 … 水素流量制御弁
- 5 … 制御装置
- 6 … 加熱・冷却水流量制御弁
- 7 … 加熱・冷却水ライン
- 8 … 電磁弁

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 金属水素化合物を収容すると共に前記金属水素化合物を加熱又は冷却するための熱交換器を設けられた金属水素化合物タンクと、前記金属水素化合物タンク内で発生する水素ガスを圧力制御装置を介することなく内燃機関へ供給するために設けられた水素ガス供給管路と、前記水素ガス供給管路を流れる水素ガスの流量を検出するために前記水素ガス供給管路に設けられた水素流量計と、前記水素ガス供給管路の途中に設けられた水素流量制御弁と、前記金属水素化合物タンクの前記熱交換器に接続される加熱・冷却媒体ラインの途中に挿入されている加熱・冷却媒体流量制御弁と、前記金属水素化合物タンクの圧力及び温度の変動を許容し、前記内燃機関の運転状態と前記水素流量計の検出値に応じて前記水素流量制御弁及び前記加熱・冷却媒体流量制御弁を開閉制御するための制御装置とを備えていることを特徴とする水素エンジンの水素供給システム

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、水素を燃料とする内燃機関（「水素エンジン」と略称する。）の水素供給システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 内燃機関の燃料として水素を使用することは古くから試みられてきたが、比較的最近になって、水素エンジンが低公害性であることや、化石燃料の供給不安等の理由から再び見直される気運にある。しかしながら、水素エンジンを車両に搭載するような場合には、普通は燃料の水素を、取扱上に難点のある高压（或いは低温）の液化水素ボンベから供給しなければならないという問題があるので、この問題を解決するために、燃料タンクとして高压のボンベ等を使用しないで、タンクに収容されたTi—Fe等の所謂水素吸蔵合金の細粒にガス状の水素を吸収させ、金属水素化合物（メタルハイドライド）の形で蓄蔵させておいて、必要なときに金属水素化合物を加熱することによって水素ガスを脱離・発生させて機関に送るというシステムが考えられた。このシステムは取扱が容易であり、低压において比較的高密度の水素燃料を蓄蔵することができる特長を有している。このようなシステムに関する第1の従来技術が特開昭61-220009号公報に、また第2の従来技術が特開平1-216024号公報に記載されている。

【0003】 前記第1の従来技術においては、金属水素化合物タンクの圧力を負荷の変動に関係なく一定に保つために、金属水素化合物タンクに水素ガスの圧力を検出する圧力センサを設け、この圧力センサによって検出した圧力の時間的変化、即ち圧力勾配を演算制御装置によって算出し、その値に応じて金属水素化合物タンクを加熱する機関冷却水等の流量、即ち加熱のための熱量を流量制御弁によって制御して、タンクに収容されている金属水素

2

化合物から脱離して放出される水素ガスの量を調節するようにしている。

【0004】 また、第2の従来技術においては、金属水素化合物タンクに圧力センサ及び温度センサを設け、金属水素化合物から放出される水素ガスの圧力及び金属水素化合物の温度を検出して、それらの検出値に従って、並列に接続された2個の金属水素化合物タンクと1個の補助金属水素化合物タンクへの温水管路に設けられている開閉弁を開閉制御し、これらのタンクへの温水の通過を許容及び阻止することにより複数のタンクを選択的に使用可能とし、更にタンク内の水素の残量が少なくなったときは警告表示を行うことによって、機関運転中の突然のガス切れを防止している。なおこの例では、金属水素化合物タンクから水素エンジンに到るガス管路に複数の圧力計と圧力制御装置及び流量制御装置を設け、それらの圧力計の検出値によって圧力制御装置及び流量制御装置を作動させて、供給される水素ガスの圧力及び流量を適正に制御するように構成している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 前記第1及び第2の従来技術にもみられるように、従来の金属水素化合物タンクを使用する水素エンジンにおいては、金属水素化合物を加熱・冷却することによって水素放出量を調整し、その水素ガスを圧力制御装置を介してキャブレタ又は燃料噴射弁へ送り、それによって機関へ供給するように構成されているが、これには次のような、およそ3つの問題点がある。

【0006】 (1) 加熱・冷却の制御は金属水素化合物タンクの内圧及び温度を監視して、これを一定にする方向の制御を行うため、機関に供給される水素ガスの流量を直接に調整することができないばかりか、実際の水素ガスの消費量に迅速に追従することが困難で、金属水素化合物タンク及び機関の過渡応答性が良くない。また、機関が要求する水素ガス量変動するのに、金属水素化合物タンクの圧力や温度を一定にしようとする制御には無理があり、制御の方向に反して、金属水素化合物タンク内の圧力が必要のない時期に急上昇したり、水素ガスの大幅な発生遅れをひきおこすという場合もある。

【0007】 (2) 水素は分子量が小さいので、ガソリンのような炭化水素系の高密度の燃料に比べて、機関の同一吸気量に対して極めて大きな体積流量の水素ガスを供給する必要がある。そのため、水素ガスが圧力制御装置を通過する際に大きな圧力損失を生じるので、大流量を確保することが困難になる。

【0008】 (3) 金属水素化合物タンク内の水素の残量が少なくなってくると、タンク内圧を一定に保つことが難しくなり、圧力が噴射弁の規定圧力を下回る場合には、噴射弁が制御装置の制御信号によって開弁していても、噴射される水素ガスの量が予定された量に達しないという状態が起こり得る。従って、金属水素化合物タンクの内

圧の最小値によって、噴射弁の仕様、及び噴射量等が限定されるし、機関の出力不足を招くこともある。

【0009】本発明は、従来技術のこのような問題点に鑑み、金属水素化物タンクの内圧が変動しても水素エンジンには必要な量の水素ガスを供給することができ、圧力損失を減少させて過渡応答性を向上させると共に、圧力制御装置等を使用しないでシステム構成を簡素化した水素エンジンの水素供給システムを提供することを、発明が解決しようとする課題とするものである。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、前記の課題を解決するための手段として、金属水素化物を収容すると共に前記金属水素化物を加熱又は冷却するための熱交換器を設けられた金属水素化物タンクと、前記金属水素化物タンク内で発生する水素ガスを圧力制御装置を介することなく内燃機関へ供給するために設けられた水素ガス供給管路と、前記水素ガス供給管路を流れる水素ガスの流量を検出するために前記水素ガス供給管路に設けられた水素流量計と、前記水素ガス供給管路の途中に設けられた水素流量制御弁と、前記金属水素化物タンクの前記熱交換器に接続される加熱・冷却媒体ラインの途中に挿入されている加熱・冷却媒体流量制御弁と、前記金属水素化物タンクの圧力及び温度の変動を許容し、前記内燃機関の運転状態と前記水素流量計の検出値に応じて前記水素流量制御弁及び前記加熱・冷却媒体流量制御弁を開閉制御するための制御装置とを備えていることを特徴とする水素エンジンの水素供給システムを提供する。

#### 【0011】

【作用】現在水素ガス供給管路を流れている水素ガスの流量は、水素ガス供給管路に設けられた水素流量計によって検出されて制御装置に入力されており、また、水素エンジンが要求する燃料としての水素ガスの必要流量も制御装置に入力されているから、制御装置は演算の結果、水素流量制御弁を開閉制御して所要の水素ガス流量が得られるような開度をとらせると共に、加熱・冷却媒体流量制御弁を開閉制御して、金属水素化物タンクの熱交換器に必要な量の加熱・冷却媒体を送り込み、金属水素化物から必要な量の水素ガスを脱離・発生させる。この際、金属水素化物タンクの圧力及び温度が変動するが、本発明においてはその変動を抑えるような制御は行わず、水素ガス供給管路の水素流量計が水素エンジンの必要流量に合致するような制御のみを行う。

#### 【0012】

【実施例】図示実施例において、1は水素ガスを燃料とする火花点火式その他の形式の内燃機関、即ち水素エンジンである。2は水素エンジン1へ水素ガス燃料を供給するための金属水素化物タンクで、内部にはTi-Fe等の水素吸蔵合金の細粒が充填されている。このタンクの内圧は低いから、液化水素を収容する高圧ポンベのよう

る。金属水素化物タンク2内の金属水素化物細粒を加熱したり冷却するために、フィンをも有する循環パイプからなる熱交換器2aが設けられている。

【0013】3は金属水素化物タンク2から水素エンジン1への水素ガス供給管路1aに挿入された水素流量計で、公知の形式のものを使用することができるが、水素が温度変化に敏感な物質であることを考慮して、体積流量ではなく、質量流量を計測することができるものが望ましい。また、圧力と温度を検出して両者から流量を求めるものでもよい。

10

【0014】4は同じく水素ガス供給管路1aに水素流量計3と直列に挿入された水素流量制御弁を示す。水素流量制御弁4はソレノイドにより作動する調量弁、或いは、負圧や正圧を動力として作動する調量弁であるが、一般的にいうと、制御信号によって単位時間当たりの水素ガス量を調整することができる機能を有するものということになる。また、この水素流量制御弁4は、水素エンジン1の吸気管の集合部に1個だけ配置されていてもよいし、或いは各気筒毎にそれぞれ1個ずつ配置されていてもよい。

20

【0015】5は電子式の制御装置(ECU)であって、図中に破線で示すように、水素流量計3によって検出される水素ガスの流量信号や、水素エンジン1からその運転状態に応じた信号を入力し、例えばマイクロプロセッサのような手段によって演算を行って、前記水素流量制御弁4や金属水素化物の加熱・冷却水(一般的には加熱・冷却媒体)の流量制御弁6へ制御信号を出力する電気回路を主体とするものである。

30

【0016】7は、金属水素化物タンク2内の金属水素化物を加熱又は冷却して、金属水素化物から脱離する水素ガスの流量を調整するため、前述のように、金属水素化物タンク2内に設けられたフィンをも有する熱交換器2aへ加熱・冷却水を送る往復の管路、即ち、金属水素化物加熱・冷却水(媒体)ラインを示しており、加熱・冷却水としては、適当な切り換え弁等によって、水素エンジン1の冷却水の一部又は全部がラジエータ(加熱の場合)又はエンジン本体(冷却の場合)を迂回して流れるように構成するが、場合によっては、水素エンジン1の排気の有する熱を冷却水によって回収して、これを加熱水に充てるか、又は排気そのものを加熱媒体として金属水素化物タンク2内の熱交換器2aへ導くこともできる。

40

【0017】8は水素流量制御弁4のバイパス管路に必要に応じて設けられる電磁制御弁であって、水素流量制御弁4と同様に制御装置5によって開閉制御される。電磁弁8は、水素流量制御弁4による水素ガスの流量制御の精度が十分高くない場合に限って、微調整のために併用するものである。なお、水素流量制御弁4、加熱・冷却水流量制御弁6、及び電磁弁8等は、いずれも制御装置5の制御信号によって作動するが、これらの弁には中

50

間開度をとり得るものを使用してもよいし、また、デューティ制御のように全開、全閉を繰り返して、開弁時間と閉弁時間の割合を調整するようにしてもよい。

【0018】図示の実施例による水素エンジンの水素供給システムは次のように作動する。金属水素化物タンク2には予め外部の水素ポンプ等が接続されて水素ガスが供給され、熱交換器2aによって冷却しながら内部の水素吸蔵合金に水素を吸収させる操作が行われ、金属水素化物タンク2には金属水素化物の形で多量の水素が蓄蔵される。加熱・冷却水ライン7には、加熱・冷却水流量制御弁6の開度に応じて、水素エンジン1の冷却水の一部または全量が供給され、その熱量に応じた量の水素ガスが金属水素化物から発生する。

【0019】発生した水素ガスは、水素流量計3によって検出され、その流量が水素エンジン1の要求する量に合致するように、制御装置5によって開閉制御される水素流量制御弁4によって調量されて水素エンジン1に送られ、図示しない噴射弁から水素エンジン1の吸気管内に噴射されて空気と混合し、水素エンジン1内で燃焼して動力を発生する。水素エンジン1においては、ガソリン等の高密度燃料を使用する内燃機関に比べて非常に大量（体積）の水素ガスを流す必要があるが、図示実施例では金属水素化物タンク2内の圧力や温度を一定に維持する制御を行っておらず、また、水素ガスの供給管路1aに流れを阻害する圧力制御装置のようなものを挿入していないから、そのようなものによる圧力損失が発生しないという利点がある。従って、水素エンジン1を自動車に搭載した場合には、急な加減速においても応答遅れがなく、水素エンジン1に対して適切な量の水素ガスを供給することができる。

【0020】言葉を換えて言えば、従来技術においては金属水素化物タンク2内の圧力や温度を一定に維持するような制御をしており、また、水素ガスの供給管路1aに圧力制御装置のような流れの抵抗となるものを挿入しているので、急な加減速時にはどうしても応答遅れが発生するが、本発明の実施例では、金属水素化物タンク2の圧力や温度を一定に維持するような制御はしておらず、例えば急加速時には金属水素化物タンク2内の圧力や温度が高くなることが許容される結果、大量の水素ガスを水素エンジン1へ送ることが可能になる。しかも、流れの抵抗による圧力損失がないから、水素エンジン1

が必要とする水素ガス量が迅速に供給されるのである。

【0021】このように、本発明の実施例では、従来技術のように金属水素化物タンク2内の圧力や温度を一定に維持する方向の制御を行わず、その代わりに、水素流量計3によって検出される水素ガスの流量を、水素流量制御弁4によって（場合によっては、電磁弁8をも併用して）、直接に目的の値に合致するように制御している点に特徴がある。この場合、金属水素化物タンク2内の圧力や温度がかなりの幅で変動することになるが、それが却って応答性を高める結果に結びつくと言ってもよい。

【0022】

【発明の効果】本発明による水素エンジンの水素供給システムにおいては、水素ガスの消費量を直接に検知しながら、水素流量制御弁と加熱・冷却媒体流量制御弁を制御して、金属水素化物タンク内の圧力及び温度を変化させ、水素流量計によって検出される水素ガス量が水素エンジンの必要とする量に追従するように制御するように構成していると共に、水素ガスの供給管路1aに圧力制御装置のような流れの抵抗となるものを設けないので、供給管路1aにおける圧力損失が少なくなつて、急な加速或いは減速に対しても、非常に応答性よく水素ガス供給量を調整することが可能となり、水素エンジンの制御応答性も向上する。また、本発明のシステムでは圧力制御装置やそれに伴う圧力計等を必要としないので、システム構成が簡単になって、コスト面でも有利になる。

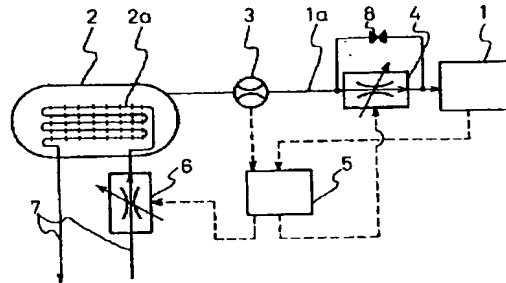
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例のシステム構成を示す全体構成図である。

【符号の説明】

- 1…水素エンジン
- 1a…水素ガス供給管路
- 2…金属水素化物タンク
- 2a…熱交換器
- 3…水素流量計
- 4…水素流量制御弁
- 5…制御装置
- 6…加熱・冷却水（媒体）流量制御弁
- 7…加熱・冷却水（媒体）ライン
- 8…電磁弁

【図1】



- 1…水素エンジン
- 2…金属水素化物タンク
- 3…水素流量計
- 4…水素流量制御弁
- 5…制御装置
- 6…加熱・冷却水流量制御弁
- 7…加熱・冷却水ライン
- 8…電磁弁

フロントページの続き

(72)発明者 今竹 信夫  
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会  
社日本自動車部品総合研究所内

(72)発明者 村手 伸行  
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会  
社日本自動車部品総合研究所内  
(72)発明者 鬼頭 修  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社社内